

熱硬化性はんだ付け用フラックスおよびはんだ付け方法

発明の背景

本発明は、部品、特に小型電子部品のはんだ付けに適した、はんだ付け用フラックスと、それを用いたはんだペーストおよび部品のはんだ付け方法に関する。本発明に係るフラックスを用いて小型電子部品をはんだ付けすると、はんだ付けと同時に、部品を樹脂で強固に固着することができる。

はんだ付けに用いるフラックスは、一般にはんだ接合部を清浄にし、金属の酸化を防ぎ、かつ溶融したはんだの表面張力を下げて濡れ性をよくする作用を果たす。従来のフラックスは、このような作用によりはんだ付けを容易にするための補助剤であり、はんだ付け後は無用のものであった。そのため、はんだ付け後にフラックス除去が容易になるようにその組成を調整したり、フラックス残渣を無害化したりする手段がこれまでに数多く提案されている。

最近の電子部品の小型化の進展につれて、電子部品のはんだ付け部位である電極も小さくなってきている。そのため、十分な量のはんだを使用できず、はんだ付けだけの接合強度では部品を固着するのに不十分となってきた。つまり、小型化された電子部品では、はんだ付け面積および体積が小さいため、はんだ付けによる接合だけでは部品を十分に接合・保持することができず、他の何らかの部品固着手段をさらに設ける必要がある。

はんだ付けによる接合を強化するための部品固着手段として、アンダーフィルや樹脂モールドによって、はんだ付け部の周囲を樹脂で覆うことにより、部品を固着することが行われているが、そのためには、洗浄を行ってフラックス残渣を洗浄する必要がある。しかし、小型電子部品では、隙間が100 μ m以下と小さく、うまく洗浄することができないので、このような固着手段は採用しにくい。

単に接合強度を高めるだけなら、接着剤を用いることも考えられる。しかし、はんだ付け後では、接合界面にはんだが存在するので、接着剤を適用することが難しい。

また、はんだを用いずに、導電性フィラーを含有させた導電性接着剤を使用して、部品の導電性接合を行うことも可能であるが、導電性接着剤では接合部の導

電性が十分に高くならず、電子部品の接合には、はんだ付けが最良である。

発明の要約

したがって、本発明の目的は、小型化した電子部品のはんだ付け接合を行う際に、電子部品の接合強度を強化することができる新規な手段を提供することである。

本発明の別の目的は、新しい工程を加えることなく、従来のはんだ付け操作を行うだけで、小型化した電子部品を強固に接合することができ、かつはんだ付け後の洗浄を必要としないはんだ付け方法と、それに用いるフラックスを提供することである。

本発明者らは、はんだ付けする部品の接合面には、電極が占める面積以外に、電極と同程度の面積が残っており、そのような面積も部品の固着に利用できることに着目した。そして、フラックスにエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を含有させることにより、小型電子部品のはんだ付け時に、電極上でのはんだの熔融によるはんだ付けに加えて、その周囲でフラックス中の熱硬化性樹脂の熱硬化による固着作用も同時に発揮させることができ、上記目的の達成が可能となることを見出した。

1側面において、本発明は、有機酸 0.1～70質量%、溶剤 5～40質量%、ならびに熱硬化性樹脂および硬化剤を合計10～95質量%含有する、部品をはんだ付けする際に該熱硬化性樹脂により該部品を固着する機能を発揮する、はんだ付け用フラックスである。

好適態様において、有機酸はロジン、カルボン酸およびカルボン酸無水物よりなる群から選ばれた1種もしくは2種以上であり、特に好ましくは有機酸の少なくとも一部としてロジンを含有する。また、熱硬化性樹脂は好ましくはエポキシ樹脂であり、より好ましくはビスフェノールAとエピクロルヒドリンとの反応で得られたビスフェノールA型エポキシ樹脂である。その場合、熱硬化性樹脂の硬化剤は、カルボン酸無水物およびアミンよりなる群から選ばれた1種もしくは2種以上であることが好ましい。本発明のフラックスは、さらにチキソ剤を 0.1～10質量%含有していてもよい。

本発明は、別の側面において、融点150℃以上のはんだ合金の粉末と上記フラックスとの混練物であるはんだペーストを提供する。特に、はんだペーストの形態の場合、フラックス中の熱硬化性樹脂および硬化剤の量は、これがフラックスの主成分となるように50～95質量%の範囲とすることが好ましい。

さらに別の側面からは、本発明は、上記フラックスとはんだ、または上記はんだペーストを用いて、第1の部材を第2の部材にはんだ付けする方法に関する。好ましくは、第1の部材は電子部品であり、第2の部材は、多数の電極を備えた基板、例えば、プリント配線板であり、はんだ付け温度は150℃以上である。本発明のはんだ付け方法により、はんだ付けとフラックス中の熱硬化性樹脂による固着とが同時に達成される。

フラックスに熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂を配合することは、日本の特開平8-90283号公報、日本特許第2,503,099号公報に開示されている。しかし、これらはいずれも、次に説明するように、フラックス中の樹脂により電子部品を固着することを意図していない。

特開平8-90283号公報に開示されたフラックスは、はんだ付け後に部品表面に残ったフラックス残渣が部品から剥がれ落ちないようにするため、ロジンに代えてエポキシ樹脂10～40質量%を配合したもので、はんだ付け後に同じ樹脂でモールドした時の電子部品の樹脂被覆を容易にすることを意図している。

日本特許第2,503,099号公報に開示されたフラックスは、プリント基板用のリフローはんだに用いるが、フラックス残渣が割れないようにするためと、ロジン系フラックスが高温時に液化して、イオン性成分が遊離し、腐食の原因となることを防止するために、エポキシ樹脂やカルボキシ含有樹脂等を加えたものであり、エポキシ樹脂の配合量は20質量%以下である。

特開平6-269980号公報には、本質的にはんだ粉末とエポキシ樹脂とから成る、リード線のはんだ付け用導電ペーストが開示されている。この導電ペーストのはんだ以外の成分は、実質的にエポキシ樹脂からなるので、この導電ペーストはフラックス機能を有していない。

発明の詳細な説明

本発明にかかるはんだ付け用フラックスは、例えば、従来のロジン系フラックスに、熱硬化性樹脂（例、エポキシ樹脂）を添加することにより調製することができる。このフラックスは、はんだペーストのリフローのように、はんだ付け時に好ましくは150℃以上に加熱されると、フラックス中の熱硬化性樹脂が硬化し、はんだ付けの接合に熱硬化性樹脂による接合が加わって、固着力が増加し、小型電子部品のはんだ付けの場合にも、はんだ付け操作だけで十分な接合強度を与えることができる。

即ち、本発明では、従来はフラックス残渣と呼ばれる、はんだ付け後に残るフラックス成分も、部品の接合に利用される。このはんだ付け後に残る熱硬化したフラックス成分は、熱硬化した樹脂以外に、ロジン等のフラックス中の不揮発性成分を含有しうる。ロジン等のフラックス成分が残留していても、熱硬化性樹脂により固定され、剥離しにくくなっているため、接合部への悪影響はない。従って、従来行われているような、はんだ付け後のフラックス残渣を除去するための洗浄は必要ない。

熱硬化性樹脂がエポキシ樹脂である場合、本発明のフラックスを用いてはんだ付けを行った場合の部品の接合強度、フラックス残渣（固着した樹脂）の硬さ、はんだ付け性等の性能は、エポキシ樹脂のエポキシ当量および量、ならびに硬化剤の種類および量等の因子により制御することができる。

本発明のフラックスを用いてはんだ付けするのに適した部品は小型電子部品であり、例えば、従来はアンダーフィル（樹脂固定）を必要とするようなフリップチップ、CSP (Chip Size Package) 等の半導体パッケージ、ならびに他の小型チップ部品を包含する。そのような小型電子部品の例としては、バンプピッチが0.3 mm以下のフリップチップやファインピッチCSP：はんだ付け用の電極が小さく、はんだだけでの接合では強度的に弱い部品、例えば、LGA (Land Grid Array) や、0603（長さ0.6 mm、幅0.3 mm）のような微小なチップ状の抵抗、コイル、コンデンサ、さらにトランジスタ等がある。また、はんだ付け部の部品と基板の隙間が狭く（例、0.1 mm以下）、洗浄しても十分にきれいにならないような部品も本発明によるはんだ付けに適当である。

本発明にかかるフラックスを、はんだとは別に、はんだ付け部に塗布して使用する場合は、はんだボールを用いたはんだバンプ形成、はんだがブリコートされた電極、ブリフォームはんだのリフローなどに適している。

本発明にかかるフラックスは、粉末はんだ（はんだ合金の粉末）と混練して、はんだペーストとして使用することができる。このはんだペーストは、印刷やディスペンサー等ではんだ付け部に塗布した後、その上にチップ部品を搭載してリフローはんだ付けをするのに適している。

フラックスを単独ではんだ付け部に塗布してはんだ付けを行うときには、一つのフラックスで、はんだ付けにおけるフラックス作用とはんだ周囲での熱硬化性樹脂による固着とを同時に達成することができる。フラックスを粉末はんだと混練したはんだペーストの形態で用いてチップ部品のはんだ付けを行うときは、加熱時にはんだペースト中のフラックスがチップ部品とプリント基板との間に侵入し、はんだ付けが終了すると、熱硬化性樹脂がチップ部品をプリント基板に固着するようになる。

熱硬化性樹脂による固着作用のため、本発明のフラックスは、はんだ付け領域が小さく、はんだ付けだけの強度では不十分であった電子部品の接合強度を、従来のはんだ付け領域が大きく、はんだを多く使用できたときの電子部品の接合強度と同等以上に高めることができる。従って、はんだ付けに加えて、アンダーフィルまたは樹脂モールドを行う必要がなくなる。

本発明のフラックスは、例えば、従来のロジン系フラックスに熱硬化性樹脂と硬化剤を加えることにより調製することができる。添加する熱硬化性樹脂は、このフラックスと共に使用するはんだ合金の液相線温度以上で硬化するようなものがよい。はんだが熔融するより前に熱硬化性樹脂が硬化すると、はんだの変形が阻害される恐れがあるからである。

本発明のフラックス中の熱硬化性樹脂の量（硬化剤を使用する場合は硬化剤も含めた合計量）は、10～95質量%の範囲である。熱硬化性樹脂の量が10質量%未満では、上述した所期の効果が十分に得られず、95質量%超になると、フラックス作用が十分に発揮されない。熱硬化性樹脂の量は、好ましくは25質量%以上であり、さらに好ましくは、これがフラックスの主成分となるように50質量%以上、

特に50質量%より多量とする。特に、フラックスをはんだペーストとして用いる場合には、熱硬化性樹脂をこのように多量に使用することが好ましい。熱硬化性樹脂の量は、最も好ましくは60～85質量%である。

本発明のフラックスに使用するのに適した熱硬化性樹脂の1例はエポキシ樹脂である。エポキシ樹脂の代表例は、ビスフェノールAとエピクロロヒドリンとを反応させて得られるビスフェノールA型エポキシ樹脂と、オルトクレゾールノボラック樹脂もしくはフェノールノボラック樹脂とエピクロロヒドリンとを反応させて得られるノボラック型エポキシ樹脂であり、これらを使用することが好ましい。しかし、臭素化エポキシ樹脂、グリシジルエステル型エポキシ樹脂、グリシジリアミン型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂といった他のエポキシ樹脂も使用できる。

エポキシ樹脂を硬化させるための硬化剤としては、ポリアミンまたはカルボン酸無水物を使用することが好ましい。エポキシ樹脂の硬化温度は、硬化剤の種類に依存するので、使用する硬化剤は、はんだの液相線温度以上の温度でエポキシ樹脂の硬化が起こるように選択するのがよい。

例えば、アミン系硬化剤は、硬化温度の高い芳香族アミン、例えば、4,4'-ジアミノジフェニルスルホンが適当である。硬化剤に適したカルボン酸無水物としては、無水フタル酸、テトラヒドロ無水フタル酸、無水トリメリット酸などが挙げられる。

エポキシ樹脂の硬化剤としてカルボン酸無水物を使用した場合、この酸無水物は、硬化剤として機能する以外に、次に説明する有機酸成分として機能し、フラックス作用も発揮する。その意味で、硬化剤としては、ポリアミンより、酸無水物を使用することが好ましい。

エポキシ樹脂の硬化に慣用されている硬化促進剤を、硬化温度の低下や固着強度の増大のために添加してもよい。硬化促進剤としては、アミン、スルホン酸、アミン三フッ化硼素、ポリアミド樹脂等が使用できる。

本発明のフラックスは、上述の熱硬化性樹脂に加えて、フラックスに慣用されている有機酸を含有する。有機酸は、フラックス作用、即ち、接合部の清浄化やはんだ濡れ性の向上のために必要である。この有機酸は、代表的にはロジンであ

るが、他のカルボン酸またはその無水物でもよく、これらの2種以上を組合わせて使用することもできる。前述したように、カルボン酸無水物は、本発明のフラックスでは、エポキシ硬化剤と有機酸の両方の機能を果たすことができる。

ロジンは、従来のロジン系フラックスに用いられてきた各種のものから選択できる。具体例としては、通常のガムロジン、トールロジン、ウッドロジン、さらにはそれらの誘導体である重合ロジン、水素添加ロジン、ロジンエステル、ロジン変性樹脂等が挙げられる。ロジンは高いフラックス作用を示すので、有機酸の少なくとも一部としてロジンをフラックス中に存在させることが好ましい。

カルボン酸としては、炭素数4～22の脂肪族、脂環式、芳香族モノおよびポリカルボン酸を使用することができる。具体例としては、カブリン酸、ラウリル酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、アラキン酸、ベヘン酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スペリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、フマル酸等が挙げられる。

カルボン酸無水物も有機酸として使用できる。カルボン酸無水物は、エポキシ硬化剤として機能するので、硬化剤に関して述べたように、はんだの液相線温度以上でエポキシ硬化反応を生じる種類のものを使用することが好ましい。

本発明のフラックス中の有機酸の量は0.1～70質量%である。エポキシ硬化剤として酸無水物を使用する場合、有機酸の量はこの酸無水物の量も含む。有機酸の量が0.1質量%未満ではフラックスとしての効果が発揮できず、70質量%を越えるとはんだ付け後の固着強度が十分でなくなる。有機酸の量は好ましくは50質量%以下である。

フラックスが硬化剤として酸無水物を含有する場合でも、この酸無水物のほかに、硬化剤として機能しない他の有機酸、好ましくはロジン、をフラックス中に含有させることが望ましい。硬化剤の酸無水物に加え、他の有機酸を併用した方が、フラックス作用が向上する。他の有機酸の量は、0.5質量%以上とすることが好ましく、より好ましくは3質量%以上、特に好ましくは5質量%以上であり、上限は50質量%まで可能であるが、好ましくは20質量%である。同様に、硬化剤がアミンである場合も、有機酸として、硬化剤として機能しない他の有機酸を上記と同様の量でフラックス中に含有させることが好ましい。

溶剤は、はんだ付け用フラックス、特にロジン系フラックスに従来より使用されてきたものを使用すればよい。例えば、エチルアルコール、イソプロピルアルコール、ブチルカルビトール等のアルコール系溶剤、酢酸エチル、酢酸ブチル等のエステル系溶剤、トルエン等の炭化水素系溶剤、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン系溶剤、さらにエチレングリコールなどのグリコール系溶剤が例示される。

溶剤の量は、フラックスが目的とする用途に適した濃度および粘度を持つように調整すればよい。一般に、溶剤の量は5～40質量%の範囲である。

本発明のフラックスは、フラックスに従来より配合されている、チキソ剤、活性剤といった添加剤を含有していてもよい。

好ましいチキソ剤には、硬化ヒマシ油、ステアリン酸アミド等がある。チキソ剤の配合量は好ましくは 0.1~10質量%である。

活性剤はフラックスのはんだ付け性を向上させるために添加される。例えば、ロジン系フラックスでは有機酸が活性剤として使用されることがあるが、本発明では有機酸は活性剤としない。本発明のフラックスにおいて活性剤として使用することが好ましいのは、アミンのハロゲン化水素酸塩であり、中でもトリエタールアミン臭化水素酸塩、ジフェニルグアニジン臭化水素酸塩等のポリアミン臭化水素酸塩が好適である。

チキソ剤の配合により、本発明にかかるフラックスを、印刷あるいは転写等に適用するフラックスやソルダペーストの調製に使用するフラックスに適した粘性液体に調整することができる。

本発明にかかるフラックスを使用してはんだ付けを行う場合、例えば共晶はんだ（Sn63%、Pb37%）のリフロープロファイル温度および時間でフラックス中の熱硬化性樹脂が硬化し、部品のはんだ付けと部品の固着を同時に行うことができる。

フラックスを単独で塗布して使用する場合、フラックスの塗布は、スクリーン印刷、転写、スピンコート、刷毛等により行うことができ、その後の、はんだ付けのための局部加熱は、光ビーム、はんだごて、レーザ等により行うことができる。

別の態様によれば、本発明のフラックスとはんだ合金の粉末とを混練して、はんだペーストを調製し、これをはんだ付けに用いてもよい。

はんだペーストに用いるはんだ合金は、共晶はんだ(63%Sn-37%Pb、融点183℃)ならびにSn-Ag系鉛フリーはんだ合金[例:97.75%Sn-3.5%Ag-0.75%Cu(融点220℃)、96%Sn-2.5%Ag-1%Bi-0.5%Cu(融点220℃)]が代表的であるが、これ以外のはんだ合金も使用できる。はんだ合金の粉末は、遠心噴霧法またはガスアトマイズ法により得られる球形粉末であることが好ましい。はんだ合金の粉末粒度は通常は200~400メッシュの範囲であるが、より微細な粉末を用いることもある。

はんだペーストは、はんだ合金粉末50~95質量%、好ましくは70~90質量%と、フラックス5~50質量%、好ましくは10~30質量%とを含有することが好ましい。

はんだペーストは、例えばスクリーン印刷などの手段ではんだ付けすべき個所に所定量だけ塗布され、次いで150℃以上のリフロー温度、例えば上述の共晶はんだの場合にはほぼ220℃、上述のSn-Ag系の鉛フリーはんだ合金の場合には、240℃以上に加熱され、はんだ付けが行われる。

電子部品のはんだ付けの場合、はんだ合金の融点は、150℃以上、好ましくは150℃超、さらに好ましくは180℃以上であり、そのリフロー温度も200℃以上、通常は200~270℃、好ましくは230~270℃の範囲となる。

本発明によれば、下記の実施例で例証するように、0603(長さ0.6mm×幅0.3mm)や1005(長さ1.0mm×幅0.5mm)といった小型電子部品であっても、確実にはんだ付けができ、同時に熱硬化性樹脂を含有するフラックスにより基板に固着され、アンダーフィル等の追加固着処置や、はんだ付け後のフラックス残渣の除去のための洗浄処置が必要なくなることから、本発明によるはんだ付け方法の経済的メリットは顕著である。

次に、実施例によって本発明の作用効果をさらに具体的に説明するが、実施例は例示にすぎず、本発明を制限するものではない。

[illegible]

て、はんだペーストを調製した。

このはんだペーストを、スクリーン印刷法により平板上の所定位置に設けた電極部位に塗布し、それらの各電極部位に、1.0 × 0.5 × 0.3 mmの外形寸法を有する小型電子部品に相当するチップ部品を搭載し、次いでリフロー炉において、プリヒートを150℃で1分行った後、最高加熱温度235℃で200℃以上に40秒加熱してリフローを行い、はんだ付けを完了した。

このときのはんだ広がり率と固着強度を調査した。

はんだ広がり率は、JIS3197 に準じて決定し、固着強度は上記部品に横方向の力をかけて剥離したときの力により示した。

結果を表2に併記する。なお、いずれの場合も、はんだ残渣中の塩素含有率は実質上ゼロであり、はんだ付け後の洗浄は必要としなかった。

表2

試 験 No.		6	7	8	9	10	11	12
フ ラ ッ ク ス 組 成 (%) 特 性	重合ロジン (有機酸)	30	10	5	—	5	—	8
	アジピン酸 (有機酸)	—	—	—	—	—	10	—
	硬化ヒマシ油 (チクソ剤)	2	2	2	2	5	2	2
	トリエタノールアミンHBr ¹	1	1	1	—	—	—	1
	エポキシ樹脂A ²	30	40	40	40	35	35	—
	エポキシ樹脂B ³	—	—	—	—	—	—	35
	フタル酸無水物 (硬化剤)	20	30	40	40	35	35	35
	フェニルグリコール (溶剤)	17	17	12	18	20	18	19
特 性	はんだ広がり率 (%)	90	90	91	80	90	90	90
	固着強度 (g)	800	900	1300	1800	1200	1100	1000

(注)¹ 活性剤

² ビスフェノールA型エポキシ樹脂、

³ クレゾールノボラック系エポキシ樹脂

以上に本発明の実施態様を説明したが、その技術思想から逸脱せずに多くの変更が可能であることは理解されよう。

特許請求の範囲 (CLAIMS)

1. 有機酸 0.1～70質量%、溶剤 5～40質量%、ならびに熱硬化性樹脂および硬化剤を合計10～95質量%含有する、部品をはんだ付けする際に、該熱硬化性樹脂により該部品を固着する機能を発揮する、はんだ付け用フラックス。

2. 有機酸がロジン、カルボン酸およびカルボン酸無水物よりなる群から選ばれた1種もしくは2種以上である請求項1記載のはんだ付け用フラックス。

3. 有機酸が少なくとも一部としてロジンを含む、請求項2記載のはんだ付け用フラックス。

4. 熱硬化性樹脂がエポキシ樹脂である請求項1記載のはんだ付け用フラックス。

5. 熱硬化性樹脂がビスフェノールA型エポキシ樹脂である請求項4記載のはんだ付け用フラックス。

6. 硬化剤がカルボン酸無水物およびアミンよりなる群から選ばれた1種もしくは2種以上である、請求項5記載のはんだ付け用フラックス。

7. 有機酸がカルボン酸無水物以外の少なくとも1種の有機酸を 0.1～50質量%含有する、請求項6記載のはんだ付け用フラックス。

8. さらにチキソ剤を 0.1～10質量%含有する請求項1記載のはんだ付け用フラックス。

9. 融点150℃以上のはんだ合金の粉末と請求項1記載のフラックスとの混練物であるはんだペースト。

10. フラックス中の該熱硬化性樹脂および硬化剤の合計量が50～95質量%である請求項9記載のはんだペースト。

11. フラックス中の熱硬化性樹脂がエポキシ樹脂である、請求項9記載のはんだペースト。

12. フラックスがさらにチキソ剤を0.1～10質量%含有する、請求項9記載のはんだペースト。

13. 請求項1記載のフラックスとはんだとを用いて、第1の部材を第2の部材にはんだ付けして、はんだと樹脂による固着を同時に達成する方法。

14. 請求項9記載のはんだペーストを用いて、第1の部材を第2の部材にはんだ付けして、はんだと樹脂による固着を同時に達成する方法。

15. 第1の部材が電子部品であり、第2の部材が多数の電極を備えた基板であり、はんだ付け温度が150℃以上である、請求項13記載の方法。

16. 第1の部材が電子部品であり、第2の部材が多数の電極を備えた基板であり、はんだ付け温度が150℃以上である、請求項14記載の方法。

要約

小型電子部品のはんだ付け接合に適したはんだ付け用フラックスは、0.1～50質量%の有機酸、5～40質量%の溶剤および10～95質量%の熱硬化性樹脂（硬化剤を含む）、好ましくはビスフェノールA型エポキシ樹脂と酸無水物もしくはアミン系硬化剤、を含有する。このフラックスは、はんだ粉末と混練してはんだペーストを調製することができる。このはんだ付け用フラックスは、150℃以上のはんだ付け温度でのはんだ付け操作だけで、はんだ付けと同時に樹脂により電子部品を固着させることができ、はんだ付け後の洗浄を必要としない。

- 14 -